



TITLE:

多重縮退した系のクラスター成長 (基研短期研究会「非平衡緩和過程 の統計物理」報告,研究会報告)

AUTHOR(S):

古川, 浩

CITATION:

古川, 浩. 多重縮退した系のクラスター成長(基研短期研究会「非平衡緩和過程の統計物理」報告,研究会報告). 物性研究 1984, 41(6): 527-528

ISSUE DATE:

1984-03-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91216>

RIGHT:

多重縮退した系のクラスター成長

山口大・教育 古 川 浩

急冷された合金等に関する相分離の動的性質は理論・実験・計算機実験の各方面から詳しく調べられ、かなりはっきりしたことが分って来た。その中で構造関数 $S_k(t)$ (又は散乱関数 $I_k(t)$) に対するスケーリング則：

$$S_k(t) = R(t)^d \tilde{S}(kR(t)) \quad (1)$$

及び長さのスケール R に対するべき乗則

$$R(t) \propto t^a \quad (2)$$

が一般的に成り立っていることが明らかとなった。ここで d は次元、 k は波数を表わす。(1) の d が次元を表わすことは、short range order の発達が急速に終了することによる。又、(2) が成立することはすべての平均量が (べき d は異なるが) (1) と同様な scaling に従うことからくる。ここですべての平均量かと云ったが、これを文字通りすべての平均量に適用してみると、相分離の新しい側面が現われてくる。

2つの異ったメカニズムが交互に現われてクラスターを成長させるとする。このような例として2成分溶液を考えることが出来る。クラスターが熱運動によって互いにぶっかり合って成長する場合と、表面張力によって内部対流によって成長する場合を考えると、前者はクラスター同志が遠く離れている場合、後者はクラスター同志が接触している場合に起る。そのような配置は Random に現われるから、2つのメカニズムが Random に、交互に、クラスターを成長させることになる。同じことは多くの成分をもった系についても云える。2つのメカニズムの持続時間を dt_1, dt_2 、その間に、クラスターの半径がそれぞれ dR_1, dR_2 だけ変化するものとすれば、クラスター半径は平均として次の方程式に従うことになる：

$$\frac{dR}{dt} = \frac{dR_1 + dR_2}{dt_1 + dt_2} = \frac{\frac{dR_1}{dt_1} + \frac{dR_2}{dt_2}}{1 + \frac{dt_2}{dt_1}} \quad (3)$$

古川 浩

そこでスケーリングの仮定：

$$\frac{dR_1}{dt_1} \equiv F_1(R) \propto R^{1-\frac{1}{a_1}}, \quad (4a)$$

$$\frac{dR_2}{dt_2} \equiv F_2(R) \propto R^{1-\frac{1}{a_2}}, \quad (4b)$$

$$\frac{dt_2}{dt_1} \equiv Q(R) \propto R^{\frac{1}{a_I}-\frac{1}{a_1}}, \quad (4c)$$

をおくと(3)式は

$$\frac{dR}{dt} = \frac{F_1(R) + Q(R)F_2(R)}{1 + Q(R)} \quad (5)$$

となる。(5)式は $a_I = a_1$ のとき

$$\frac{d}{dt} R = \alpha_1 F_1(R) + \alpha_2 F_2(R) \quad (6)$$

$a_I = a_2$ のとき

$$\frac{d}{dt} R = \{ \beta_1 F_1(R)^{-1} + \beta_2 F_2(R)^{-1} \}^{-1} \quad (7)$$

となる。又(5)式の $t \rightarrow \infty$ での解は一般に

$$\lim_{t \rightarrow \infty} R(t) \propto t^{a_I} \quad (6)$$

となる。したがって(6)式は t^{a_2} から t^{a_1} ($a_1 > a_2$) への cross over を表わし、(7)式は t^{a_1} から t^{a_2} への cross over をあらわす。この両方のふるまいが実験・計算機実験で観測されており、当然その中間のベキ a_I へ cross over する場合があつてよい。最近の計算機実験によれば a_I は系の縮退度の関数となっている。すなわち中間の値 a_I の存在は上に見たように可能である。

最後に(6)式と(7)式の違いについて触れておく。(6)式の出てくる条件は $dt_2/dt_1 = \text{一定}$ であり、(7)式の出てくる条件は $dR_2/dR_1 = \text{一定}$ である。すなわち(6)式では2つのメカニズムが平行して起り、(7)式では2つのメカニズムは直列的に起こることになる。前者はクラスターの形状が十分複雑である場合、後者はクラスターの形がかなり規則的である場合に可能である。したがって(6)式は高温で(7)式は低温で成り立つ。これは実験と consistent である。